

## فصل دوم

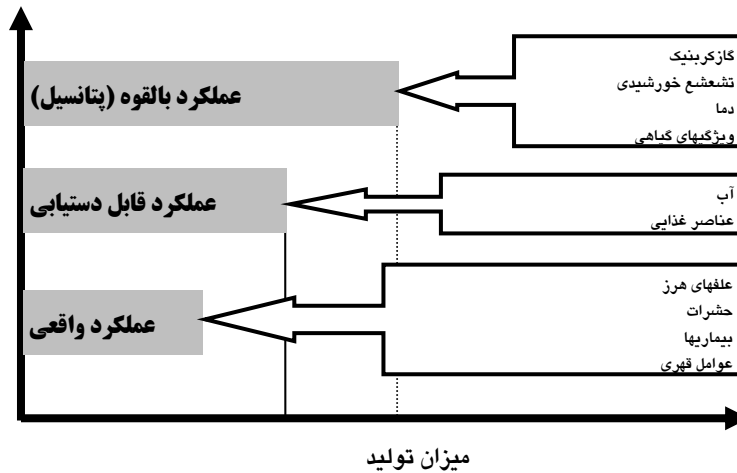
### پتانسیل عملکرد چغندر قند

سعید صادق زاده ممایتی و داریوش فتح اله طالقانی

عملکرد گیاهان زراعی را می‌توان به شکل‌های مختلف توصیف کرد. در بررسی‌های زراعی، عملکرد به سه شکل عملکرد بالقوه<sup>۱</sup>، عملکرد قابل دستیابی<sup>۲</sup> و عملکرد واقعی<sup>۳</sup> تعریف می‌شود (شکل ۱-۲). عملکرد بالقوه تحت تأثیر عوامل محیطی چون غلظت گاز کربنیک، تشعشع، دما و خصوصیات مربوط به گیاه مانند فیزیولوژی، فنولوژی و نحوه آرایش فضایی بوته قرار دارد. بنابراین، آنچه که به‌عنوان عملکرد بالقوه یا پتانسیل از آن یاد می‌شود شامل مفهوم فیزیولوژیک تولید محصول است و عوامل گیاهی و محیطی مورد نیاز جهت جذب نور، تثبیت گاز کربنیک و تولید ماده خشک (بیوماس)<sup>۴</sup> به شکل مطلوب فرض می‌شود. بنابراین، در برآورد عملکرد بالقوه، نقش عوامل زراعی نادیده انگاشته می‌شود. این در حالی است که در شرایط طبیعی، به شکل‌های مختلف گیاه در معرض انواع تنش‌های زنده و غیرزنده محیطی قرار دارد و بنابراین، امکان دستیابی به عملکرد پتانسیل میسر نیست.

عملکرد قابل دستیابی در واقع می‌تواند به‌عنوان حداکثر عملکرد قابل حصول گیاه در شرایط زراعی در نظر گرفته شود. در برآورد این عملکرد عمدتاً عوامل تنش‌زای غیرقابل کنترل (مانند بافت خاک، عدم ایده‌آل بودن وضعیت رطوبتی علیرغم انجام آبیاری، حادث شدن شرایط نامطلوب در برخی از مراحل رشد گیاه و ...) به گیاه وارد آمده و موجب از دست رفتن بخشی از

1. Potential yield
2. Attainable yield
3. Actual yield
4. Biomass



شکل ۲-۱. انواع عملکرد گیاهان زراعی

عملکرد پتانسیل محصول می‌شوند، اما عوامل مدیریتی مؤثر بر رشد و تولید محصول در شرایط کاملاً ایده‌آل فرض می‌شود. برای تخمین این نوع عملکرد می‌توان از عملکرد محصول در سطح ایستگاه‌های تحقیقاتی یا عملکرد کشاورزان پیش‌رو در هر منطقه استفاده کرد. عملکرد واقعی عبارت از تولید محصول در شرایط معمول زراعی و تحت تأثیر انواع عوامل خسارت‌زا شامل حشرات، بیماری‌ها، علف‌های هرز و نیز عوامل تنش‌زای غیرزنده را شامل می‌شود. این عملکرد می‌تواند با میانگین عملکرد محصول در هر منطقه و یا در سطح هر کشاورز در مزرعه در نظر گرفته شود. بدیهی است که میزان عملکرد واقعی با سطح مدیریت مزرعه ارتباط تنگاتنگی دارد.

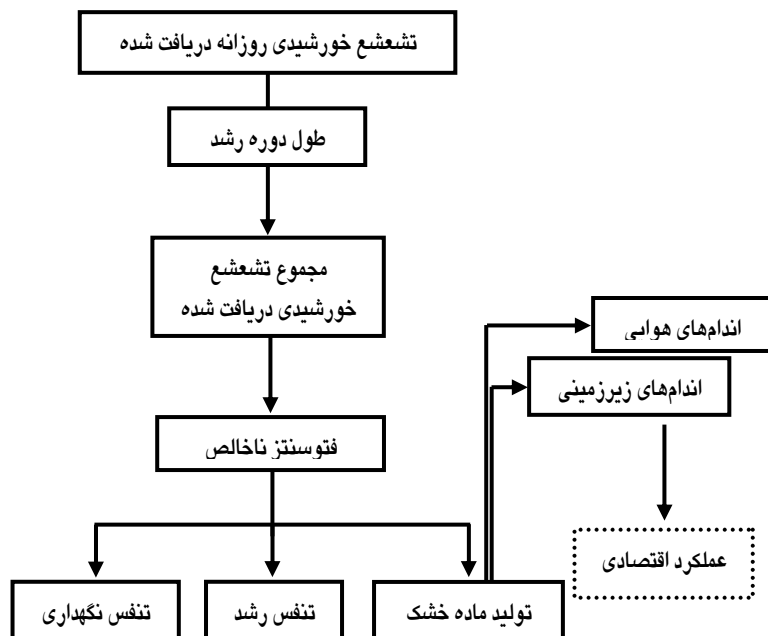
## عملکرد بالقوه

گیاهان جهت رشد، نیازمند جذب و تحلیل (آسیمیلایون) گاز کربنیک با استفاده از تشعشع خورشیدی هستند. بنابراین، عملکرد گیاهان زراعی در بیشتر موارد رابطه خطی با مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده دارد. تولید زیست‌توده گیاهی و آهنگ رشد گیاه زراعی ( $CGR$ )<sup>۵</sup> به توانایی سایه‌انداز در دریافت تشعشع فعال فتوسنتزی تاییده - که ناشی از شاخص سطح برگ ( $LAI$ )<sup>۶</sup> و آرایش فضایی سایه‌انداز است و تبدیل تشعشع به زیست‌توده جدید یا همان کارآیی مصرف تشعشع ( $RUE$ )<sup>۷</sup> بستگی دارد.

5. Crop growth rate

6. Leaf area index

7. Radiation use efficiency



شکل ۲-۲. مدل ساده نحوه برآورد عملکرد بالقوه چغندر قند

عملکرد بالقوه گیاهان زراعی را می‌توان بر اساس مدل‌های ساده ریاضی برآورد کرد (معادله ۱-۲). همچنین، برای تشریح نحوه محاسبه آن از مدل‌های شماتیک نیز استفاده می‌شود (شکل ۲-۲). عملکرد اقتصادی یک گیاه ( $Y_e$ ) نتیجه ادغام فضایی و زمانی فرآیندهای زیست‌شناختی در میان یک جامعه گیاهی در طول چرخه زندگی گیاه است. ادغام زمانی عوامل بنیادی مؤثر بر عملکرد اقتصادی در سطح سایه‌انداز گیاه توسط معادله عملکرد بیان می‌شود. مطابق معادله عملکرد، بهره‌وری سایه‌انداز گیاهان را می‌توان برحسب پارامترهای معادله (۱-۲) آنالیز کرد:

$$Y_e = \int_{t=\text{planting-date}}^{t=\text{harvesting-date}} (Q \times I'_A \times \varepsilon \times \rho) . dt \quad \text{معادله (۱-۲)}$$

که در آن:

$Q$ ، کل تشعشع خورشیدی وارد شده به مزرعه (مگاژول بر مترمربع)،  
 $I'_A$ ، نسبت تشعشع خورشیدی وارد شده به مزرعه که توسط سایه‌انداز گیاه دریافت می‌شود (درصد)،

$\varepsilon$ ، کارایی تبدیل تشعشع دریافتی به ماده خشک گیاه (گرم بر مگاژول) و

$\rho$ ، تخصیص ماده خشک در میان اجزای مختلف گیاه (درصد) است.

## مجموع تشعشع وارد شده

انرژی که در سطحی عمود بر زاویه تابش خورشید در بالای اتمسفر (در متوسط فاصله زمین از خورشید) دریافت می‌شود «ثابت خورشیدی» نامیده می‌شود و در حدود دو کالری بر سانتی‌متر مربع در دقیقه است. تمام این انرژی به سطح زمین نمی‌رسد و مقداری در حدود ۳۰ درصد آن در اثر بازتابش یا جذب به وسیله گازها و ذرات معلق در اتمسفر کاهش می‌یابد. بنابراین، تشعشع خورشیدی واقعی که به سطح زمین می‌رسد در اثر برخورد به برخی موانع موجود، از نظر کمیت و خصوصیات کیفی (طول موج) تغییر می‌کند. مقدار انرژی خورشیدی که در واحد زمان به سطح زمین برخورد می‌کند تشعشع خورشیدی<sup>۱</sup> نامیده می‌شود که معادل یک هزار وات بر مترمربع (۱/۴ کالری بر سانتی‌متر مربع در دقیقه) است.

مقدار تشعشع وارد شده به مزرعه در هر منطقه را می‌توان با استفاده از دستگاه‌های تشعشع‌سنج در ایستگاه‌های هواشناسی به شکل واقعی تعیین کرد. روش دیگر، بهره‌مندی از فرمول‌های تجربی جهت تعیین مقدار تشعشع وارد شده به مزرعه در هر نقطه از زمین است که در این روش، مقدار کل انرژی خورشیدی وارد شده را با استفاده از معادله (۲-۲) می‌توان به دست آورد:

$$S = S_A \left( a + b \frac{n}{N} \right) \quad \text{معادله (۲-۲)}$$

که در آن:

$S$ ، تشعشع خورشیدی که به سطح زمین برخورد می‌کند،

$S_A$ ، تشعشع خورشیدی در بالای اتمسفر،

$n$ ، ساعات آفتابی (ساعات مشاهده شده تابش خورشیدی)،

$N$ ، حداکثر ساعات تابش خورشیدی،

$a$  و  $b$  ضرایب ثابت به ترتیب معادل ۰/۱۸ و ۰/۵۵ است.

پارامترهای  $S_A$  و  $N$  به عرض جغرافیایی و موقع سال بستگی دارد. مقادیر  $S_A$  و  $N$  برای عرض‌های مختلف جغرافیایی که کارخانه‌های قند در آن قرار دارند، در جدول‌های ۱-۲ و ۲-۲ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱. مقدار کل تشعشع فعال فتوسنتزی (مگاژول بر مترمربع در روز) در مناطق مختلف کشور طی ماه‌های مختلف سال

استان	نام کارخانه	عرض جغرافیایی	ابتدای ماه												
			دقیقه	درجه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر
اردبیل	مغان	۲۹	۲۹	۴/۶۹	۶/۱۹	۸/۸۱	۱۲/۳۰	۱۵/۲۱	۱۶/۹۶	۱۷/۲۳	۱۶/۰۰	۱۳/۳۷	۱۰/۰۳	۶/۸۴	۴/۹۵
آذربایجان غربی	خوی	۲۳	۲۸	۴/۹۷	۶/۴۶	۹/۰۵	۱۲/۴۷	۱۵/۲۹	۱۶/۹۷	۱۷/۲۳	۱۶/۰۵	۱۳/۵۱	۱۰/۳۶	۷/۱۸	۵/۲۳
آذربایجان غربی	پیرانشهر	۴۰	۳۶	۵/۴۴	۶/۹۳	۹/۴۸	۱۲/۸۷	۱۵/۴۳	۱۶/۹۹	۱۷/۲۲	۱۶/۱۳	۱۳/۷۵	۱۰/۶۵	۷/۵۷	۵/۸۰
خراسان رضوی	مشهد	۱۶	۳۶	۵/۵۴	۷/۰۳	۹/۵۷	۱۲/۸۴	۱۵/۴۶	۱۷/۱۱	۱۷/۲۲	۱۶/۱۵	۱۳/۳۱	۱۰/۸۳	۷/۶۷	۵/۸۰
همدان	همدان	۱۲	۳۵	۵/۸۱	۷/۳۰	۹/۸۱	۱۲/۰۱	۱۵/۵۴	۱۷/۰۱	۱۷/۲۲	۱۶/۲۰	۱۳/۹۴	۱۰/۹۵	۷/۹۳	۶/۰۷
کرمانشاه	ماه‌دشت	۲۱	۲۴	۶/۰۳	۷/۵۱	۹/۹۹	۱۳/۱۳	۱۵/۵۵	۱۷/۰۰	۱۷/۲۰	۱۶/۲۲	۱۴/۰۴	۱۱/۱۱	۸/۱۳	۶/۲۹
لرستان	ازنا	۲۷	۳۳	۶/۲۶	۷/۸۳	۱۰/۱۱۷	۱۳/۲۵	۱۵/۶۳	۱۶/۹۹	۱۷/۱۸	۱۶/۲۴	۱۴/۱۴	۱۱/۲۸	۸/۳۵	۶/۵۱
خوزستان	دزفول	۲۴	۳۲	۶/۵۳	۷/۹۸	۱۰/۳۹	۱۳/۴۹	۱۵/۶۸	۱۶/۹۷	۱۷/۱۵	۱۶/۲۱	۱۴/۲۵	۱۱/۴۱	۸/۵۹	۶/۸۷
اصفهان	رویدشت	۳۷	۳۲	۶/۵۱	۷/۹۷	۱۰/۳۸	۱۳/۴۸	۱۵/۶۸	۱۶/۹۷	۱۷/۱۵	۱۶/۲۱	۱۴/۲۵	۱۱/۴۱	۸/۵۹	۶/۸۷
فارس	اقلید	۵۴	۴۰	۶/۹۱	۸/۳۵	۱۰/۸۰	۱۳/۵۹	۱۵/۸۶	۱۶/۹۴	۱۷/۱۱	۱۶/۳۰	۱۴/۴۱	۱۱/۷۴	۸/۹۵	۷/۱۶
فارس	زرقان	۴۷	۲۹	۷/۲۰	۸/۶۲	۱۰/۹۴	۱۳/۷۴	۱۵/۸۱	۱۶/۹۳	۱۷/۰۸	۱۶/۳۲	۱۴/۵۳	۱۱/۹۵	۹/۲۱	۷/۴۵

جدول ۲-۲. حداکثر ساعات تابش خورشیدی بر حسب ساعت (h) در مناطق مختلف کشور طی ماههای مختلف سال

استان	نام کارخانه	عرض جغرافیایی													
		عرض جغرافیایی	درجه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اردبیل	مغان	۳۹	۳۹	۹/۲۴	۹/۹۴	۱۰/۰۳	۱۲/۲۱	۱۴/۲۶	۱۶/۳۰	۱۸/۳۴	۲۰/۳۷	۲۲/۳۹	۲۴/۴۱	۲۶/۴۳	۲۸/۴۵
آذربایجان غربی	خوی	۳۳	۳۸	۹/۳۵	۱۰/۰۲	۱۱/۰۷	۱۲/۳۹	۱۴/۵۰	۱۶/۵۰	۱۸/۴۹	۲۰/۴۷	۲۲/۴۵	۲۴/۴۳	۲۶/۴۱	۲۸/۳۹
آذربایجان غربی	پیرانشهر	۴۰	۳۶	۹/۵۳	۱۰/۱۰	۱۱/۱۳	۱۲/۳۶	۱۴/۴۹	۱۶/۵۳	۱۸/۴۹	۲۰/۴۷	۲۲/۴۵	۲۴/۴۳	۲۶/۴۱	۲۸/۳۹
خراسان رضوی	مشهد	۶۱	۳۶	۹/۵۷	۱۰/۱۴	۱۱/۱۴	۱۲/۳۴	۱۴/۴۱	۱۶/۴۱	۱۸/۳۷	۲۰/۳۴	۲۲/۳۱	۲۴/۲۸	۲۶/۲۶	۲۸/۲۳
همدان	همدان	۲۱	۳۵	۸/۶	۱۰/۳۱	۱۱/۱۱	۱۲/۳۱	۱۴/۳۱	۱۶/۳۰	۱۸/۲۷	۲۰/۲۳	۲۲/۲۱	۲۴/۱۹	۲۶/۱۷	۲۸/۱۵
کرمانشاه	ماهیدشت	۲۱	۳۴	۹/۷	۱۰/۳۱	۱۱/۲۰	۱۲/۳۱	۱۴/۳۱	۱۶/۳۱	۱۸/۲۷	۲۰/۲۳	۲۲/۲۱	۲۴/۱۹	۲۶/۱۷	۲۸/۱۵
لرستان	ازنا	۲۷	۳۳	۹/۷۲	۱۰/۳۷	۱۱/۲۳	۱۲/۳۲	۱۴/۳۲	۱۶/۳۱	۱۸/۲۷	۲۰/۲۳	۲۲/۲۱	۲۴/۱۹	۲۶/۱۷	۲۸/۱۵
خوزستان	دزفول	۲۴	۳۲	۹/۹۰	۱۰/۴۳	۱۱/۲۶	۱۲/۳۱	۱۴/۳۱	۱۶/۳۱	۱۸/۲۷	۲۰/۲۳	۲۲/۲۱	۲۴/۱۹	۲۶/۱۷	۲۸/۱۵
اصفهان	رویدشت	۳۷	۳۲	۹/۹۰	۱۰/۴۳	۱۱/۲۶	۱۲/۳۱	۱۴/۳۱	۱۶/۳۱	۱۸/۲۷	۲۰/۲۳	۲۲/۲۱	۲۴/۱۹	۲۶/۱۷	۲۸/۱۵
فارس	اقلید	۵۴	۳۰	۱۰/۰۳	۱۰/۵۲	۱۱/۳۰	۱۲/۴۹	۱۴/۴۰	۱۶/۳۸	۱۸/۳۴	۲۰/۳۱	۲۲/۲۸	۲۴/۲۵	۲۶/۲۲	۲۸/۱۹
فارس	زرقان	۴۷	۲۹	۱۰/۱۲	۱۰/۵۹	۱۱/۳۴	۱۲/۶۸	۱۴/۴۴	۱۶/۳۷	۱۸/۳۴	۲۰/۳۱	۲۲/۲۸	۲۴/۲۵	۲۶/۲۲	۲۸/۱۹

## نسبت تشعشع خورشیدی دریافت شده

جهت درك فعالیت فتوسنتزی گیاه، نحوه نفوذ و توزیع نور در داخل پوشش گیاهی یا به عبارت دیگر، سایه‌انداز برگ جزو اطلاعات پایه‌ای محسوب می‌شود. از آنجایی که اندازه‌گیری مستقیم دریافت نور و فتوسنتز برای تمام برگ‌ها امکان‌پذیر نیست، توزیع نور در سایه‌انداز (نظیر تشعشع دریافت شده به وسیله برگ در اعماق مختلف سایه‌انداز) نوعاً مدل‌سازی می‌شود. ارتباط بین میزان پوشش گیاهی سطح خاک و دریافت نور به وسیله سایه‌انداز گیاهی به وسیله قانون بیر<sup>۹</sup> تشریح می‌شود که بر پایه ارتباط بین دو ضریب کاهش‌ی بنا شده است. بنابراین، کمیت تشعشع دریافت شده را می‌توان با در دست داشتن شاخص سطح برگ و شاخص کارآیی دریافت تشعشع یا ضریب خاموشی تشعشع برآورد کرد.

با استفاده از قانون جذب لامبرت - بیر<sup>۱۰</sup> (معادله ۲-۳) می‌توان نفوذ یا انتقال جریان تشعشع در سایه‌انداز گیاهی همگن و یکنواخت را تخمین زد:

$$I_t / I_0 = e^{-k \times LAI} \quad \text{معادله (۲-۳)}$$

که در آن  $I_t$  عبارت است از تشعشع منتقل شده در پایین سایه‌انداز با سطح برگ  $LAI$ ،  $I_0$  عبارت است از تشعشع برخوردی به بالای سایه‌انداز (مانند تشعشع خورشیدی برخوردی یا  $S$  در معادله ۲-۲) و  $k$  عبارت است از ضریب خاموشی.

ضریب خاموشی تشعشع در چغندر قند به‌طور متفاوت و معادل ۰/۶، ۰/۶۰۹۳، ۰/۶۳، ۰/۶۸ و ۰/۶۰۵ گزارش شده است.

با توجه به اطلاعات موجود در رابطه با روند تغییرات شاخص سطح برگ در مناطق مختلف، میزان دریافت تشعشع فعال فتوسنتزی بر اساس رابطه تجربی ۲-۴ برآورد شد:

$$iPAR = a \times LAI - b \quad \text{معادله (۲-۴)}$$

که در آن،  $iPAR$  عبارت است از تشعشع دریافت شده (مگاژول بر مترمربع) در سایه‌انداز چغندر قند با شاخص سطح برگ  $LAI$  و  $a$  و  $b$  ضرایب ثابت معادله هستند که به ترتیب معادل ۴/۳۲ و ۰/۸۶۵ برآورد شده است.

9. Beer's law

10. Lambert-Beer

## کار آیی تبدیل تشعشع دریافتی به ماده خشک

کار آیی تبدیل تشعشع خورشیدی جذب شده به ماده خشک گیاه (E) با متوسط میزان فتوستنتز خالص برگ در کل سایه انداز گیاه ارتباط دارد. کار آیی مصرف تشعشع (RUE) به صورت تجربی از روی میزان رشد گیاه در یک دوره زمانی و مقدار تشعشع فتوستنتزی فعالی که در طول دوره رشد گیاه توسط سایه انداز گیاه دریافت می شود (iPAR)، برآورد می شود. در این مطالعه نیز، جهت برآورد کار آیی مصرف تشعشع (RUE)، بر حسب گرم/مگاژول) از نسبت مجموع ماده خشک (TDW بر حسب گرم/مترمربع) نسبت به تشعشع خورشیدی دریافت شده به وسیله گیاه طی دوره رشد (iPAR بر حسب مگاژول بر مترمربع) استفاده به عمل آمد (معادله ۲-۵):

$$RUE = \frac{TDW}{iPAR} \quad \text{معادله (۲-۵)}$$

بنابراین، با در دست داشتن کار آیی مصرف تشعشع (۱/۴۵۵ گرم در مترمربع بر مگاژول) می توان میزان تولید ماده خشک را با استفاده از معادله ۲-۶ برآورد کرد:

$$TDW = RUE \times iPAR \quad \text{معادله (۲-۶)}$$

## تخصیص ماده خشک

بخشی از ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد که در اندام های اقتصادی گیاه ذخیره می شوند، ضریب تخصیص یا شاخص برداشت نامیده می شود. این مقدار برای گیاهان مختلف در طول زمان متفاوت بوده و شاید بخش عمده ای از افزایش عملکرد محصولات زراعی طی سال های اخیر مرهون افزایش ضریب تخصیص ماده خشک (و نه مقدار تولید آن) بوده است. در چغندر قند با در نظر گرفتن نحوه رشد رویشی گیاه، میزان ضریب تخصیص معادل ۰/۶۰ در نظر گرفته می شود. به عبارت دیگر، ۶۰ درصد از کل ماده خشک تولید شده توسط گیاه در طی فصل رشد به اندام های اقتصادی (ریشه ذخیره ای) منتقل می شود.

## عملکرد قابل دستیابی

عملکرد قابل دستیابی می تواند به عنوان حداکثر عملکرد قابل حصول گیاه در یک شرایط زراعی خاص در نظر گرفته شود. مقدار عملکرد قابل دستیابی همواره کمتر از عملکرد پتانسیل یا بالقوه است. زیرا برخی از عوامل تنش زای غیر قابل کنترل در طول زندگی گیاه باعث کاهش عملکرد



بالقوه محصول می‌شوند. جهت دستیابی به این عملکرد، ضرورت دارد مدیریت مزرعه در حد ایده آل باشد.

با توجه به وجود اختلاف در حداکثر عملکرد قابل حصول در نواحی مختلف به دلیل وجود نوسانات مربوط به عوامل مؤثر بر تولید، حداکثر عملکرد قابل دستیابی بر اساس آزمایش‌های مقایسه رقم‌های در مراکز تحقیقاتی و تعیین بالاترین عملکرد تولید شده در این آزمایش‌ها برآورد شده است.

یکی از روش‌های تعیین عملکرد قابل دستیابی محصول چغندر قند در مناطق مختلف کشور، مطالعه، جمع‌آوری و جمع‌بندی اطلاعات موجود در آزمایش‌های مقایسه رقم‌های طی هشت سال (۸۸-۱۳۸۱) مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند بود. این نتایج از آزمایش‌های اجرا شده در مراکز تحقیقات ده استان چغندر خیز کشور به دست آمده است. آزمایش‌های مقایسه رقم‌های مختلف هر ساله در این مناطق انجام می‌شود. مراکز تحقیقاتی معمولاً دارای خاک‌هایی هستند که نمونه مناسبی از خاک‌های هر منطقه محسوب می‌شوند. مدیریت‌هایی نیز که در تولید محصول در این آزمایش‌ها به کار گرفته شده است، در اکثر مواقع در حد مطلوب بوده و دربرگیرنده نکات علمی بوده‌اند. بدین ترتیب می‌توان محصول تولید شده در این مزارع را به عنوان پتانسیل عملکرد مطلوب و قابل قبولی در این مناطق قلمداد کرد. در طول بررسی و جمع‌بندی نتایج این آزمایش‌ها، با استفاده از روش‌های آماری و علمی قابل قبول، نتایج پرت حذف شده و فقط داده‌های قابل استناد مورد استفاده قرار گرفتند. جدول ۲-۳ خلاصه نتایج آزمایش‌های مقایسه رقم‌های چغندر قند در مناطق مختلف کشور را نشان می‌دهد.

نتایج مربوط به تعیین حداکثر عملکرد در ایستگاه‌های تحقیقاتی (جدول ۲-۳) نشان می‌دهد که حداکثر عملکرد چغندر قند به طور متوسط در سطح کشور (مناطق مورد نظر) معادل ۷۹/۵۷ تن در هکتار است. این نتیجه از گردآوری اطلاعات مربوط به ۵۵ آزمایش انجام یافته با شرکت ۱۴۰۵ رقم طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۱ به دست آمده است. البته همچنانکه انتظار می‌رفت، حداکثر عملکرد ریشه در مناطق کرج، میاندوآب، کرمانشاه، خوی، شیراز، دزفول، اصفهان، مغان، همدان و خراسان رضوی از تفاوت قابل ملاحظه‌ای نسبت به همدیگر برخوردار هستند. حداکثر عملکرد ریشه در مناطق یادشده به ترتیب معادل ۸۸/۴۷، ۷۵/۹۳، ۸۹/۹۷، ۹۶/۶۵، ۷۳/۰۹، ۸۱/۰۱، ۵۷/۵۲، ۸۲/۵۵، ۷۴/۵۰ و ۷۶/۰۸ تن در هکتار برآورد شده است.

## عملکرد واقعی

هم‌اکنون چغندر قند در سیزده استان کشور شامل خراسان، آذربایجان غربی، فارس، اصفهان،

جدول ۲-۳. خلاصه نتایج آزمایش مقایسه رقم چغندر قند در مناطق مختلف کشور

ردیف	منطقه	سال	تعداد رقم	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		اختلاف استاندارد	
				حداکثر	حداقل		
۱	کرج	۱۳۸۱	۵۳	۸۱/۰۳	۴۷/۳۳	۶۰/۹۳	۵/۴۵
۲		۱۳۸۲	۳۰	۸۷/۰۹	۳۶/۹۷	۵۹/۸۰	۱۱/۷۱
۳		۱۳۸۳	۳۷	۸۳/۹۵	۳۲/۰۵	۵۸/۵۰	۱۳/۹۶
۴		۱۳۸۵	۲۶	۱۱۸/۰۵	۶۷/۸۱	۹۴/۶۰	۱۳/۳۹
۵		۱۳۸۶	۱۲	۷۲/۲۲	۵۴/۸۸	۶۳/۰۳	۵/۷۵
۶		۱۳۸۷	۲۶	۹۰/۹۷	۵۴/۶۴	۶۷/۸۳	۹/۴۷
۷		۱۳۸۸	۳۲	۸۵/۹۸	۵۴/۰۴	۷۰/۹۱	۷/۶۲
	کل		۲۱۶	۸۸/۴۷	۴۹/۶۷	۶۷/۹۴	۱۴/۹۶
۸	میاندوآب	۱۳۸۱	۲۴	۶۴/۷۶	۴۳/۳۱	۵۴/۸۸	۵/۰۱
۹		۱۳۸۳	۳۷	۷۸/۵۷	۳۳/۷۳	۵۸/۶۱	۱۱/۳۲
۱۰		۱۳۸۴	۱۲	۵۱/۴۴	۳۵/۲۱	۴۲/۶۸	۴/۶۲
۱۱		۱۳۸۵	۹	۹۵/۸۲	۶۴/۱۶	۷۴/۵۷	۹/۰۰
۱۲		۱۳۸۶	۱۲	۷۴/۱۱	۳۹/۰۶	۵۱/۴۹	۱۱/۳۷
۱۳		۱۳۸۷	۱۶	۷۹/۴۶	۵۵/۳۶	۶۸/۲۳	۷/۳۸
۱۴		۱۳۸۸	۳۲	۸۷/۳۸	۵۶/۴۳	۷۶/۴۲	۷/۴۳
	کل		۱۴۲	۷۵/۹۳	۴۶/۷۵	۶۰/۹۸	۱۳/۶۲
۱۵	کرمانشاه	۱۳۸۱	۲۱	۸۷/۶۲	۵۶/۷۸	۶۶/۹۶	۷/۱۶
۱۶		۱۳۸۳	۲۱	۹۲/۳۱	۶۱/۹۸	۷۰/۲۵	۸/۷۲
	کل		۴۲	۸۹/۹۷	۵۹/۳۸	۶۸/۶۰	۸/۰۶
۱۷	خوی	۱۳۸۱	۲۱	۹۳/۵۷	۵۲/۱۶	۷۵/۴۲	۱۲/۹۵
۱۸		۱۳۸۲	۱۸	۱۰۱/۹۹	۴۷/۷۶	۷۸/۸۰	۱۳/۴۷
۱۹		۱۳۸۳	۲۱	۹۴/۳۸	۶۸/۹۶	۷۶/۸۶	۶/۵۴
	کل		۶۰	۹۶/۶۵	۵۶/۲۹	۷۷/۰۲	۱۱/۲۰
۲۰	شیراز	۱۳۸۲	۳۰	۸۱/۲۷	۱۷/۶۲	۴۳/۵۴	۱۸/۴۴
۲۱		۱۳۸۳	۳۷	۵۳/۳۷	۸/۳۳	۲۶/۰۰	۱۲/۹۹
۲۲		۱۳۸۴	۱۲	۸۳/۹۲	۶۹/۱۴	۷۵/۲۱	۴/۸۲
۲۳		۱۳۸۸	۳۲	۷۳/۸۱	۴۵/۱۲	۵۵/۵۲	۷/۲۵
	کل		۱۱۱	۷۳/۰۹	۳۵/۰۵	۵۰/۰۷	۲۰/۳۹

## ادامه جدول ۲-۳

ردیف	منطقه	سال	تعداد رقم	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		
				حداکثر	حداقل	میانگین
۲۴	دزفول	۱۳۸۲	۴۷	۹۴/۴۱	۵۶/۹۸	۷۵/۶۷
۲۵		۱۳۸۳	۳۷	۸۹/۹۶	۵۳/۳۷	۷۴/۰۰
۲۶		۱۳۸۴	۲۴	۷۰/۴۸	۴۲/۱۵	۵۹/۱۴
۲۷		۱۳۸۵	۱۱۱	۶۹/۰۰	۴۴/۲۹	۵۹/۱۹
۲۸		۱۳۸۶	۱۰	۸۰/۳۵	۵۵/۱۷	۶۸/۸۹
۲۹		۱۳۸۷	۷۳	۱۰۰/۶۵	۵۸/۴۱	۷۹/۲۱
	میانگین		۳۰۲	۸۱/۰۱	۴۹/۱۵	۶۶/۴۵
۳۰	اصفهان	۱۳۸۱	۲۳	۴۸/۶۸	۳۲/۳۲	۴۰/۱۴
۳۱		۱۳۸۲	۲۷	۶۵/۰۵	۴۲/۷۳	۵۲/۵۰
	میانگین		۵۰	۵۷/۵۲	۴۹/۰۵	۶۰/۴۶
۳۲	مغان	۱۳۸۱	۲۳	۵۹/۵۵	۵۰/۵۲	۵۴/۶۱
۳۳		۱۳۸۲	۳۷	۱۱۱/۹۷	۷۳/۳۹	۹۱/۷۳
۳۴		۱۳۸۳	۲۳	۹۱/۲۸	۷۰/۰۹	۷۹/۶۲
۳۵		۱۳۸۴	۱۳	۶۸/۲۵	۶۰/۲۲	۶۴/۰۴
۳۶		۱۳۸۵	۱۰	۸۲/۸۲	۶۷/۵۹	۷۳/۵۵
۳۷		۱۳۸۶	۱۳	۷۱/۱۹	۵۴/۰۵	۶۱/۶۴
۳۸		۱۳۸۷	۱۷	۷۶/۷۹	۵۴/۶۴	۶۱/۲۹
۳۹		۱۳۸۸	۴۰	۷۴/۲۶	۱۱/۹۳	۵۶/۲۸
	میانگین		۱۷۶	۸۲/۵۵	۵۱/۴۶	۶۹/۰۰
۴۰	همدان	۱۳۸۱	۲۳	۶۷/۹۲	۴۶/۳۶	۵۷/۱۸
۴۱		۱۳۸۲	۱۰	۹۰/۹۷	۷۴/۰۴	۸۰/۵۰
۴۲		۱۳۸۳	۲۳	۷۸/۱۴	۶۰/۶۰	۶۸/۲۸
۴۳		۱۳۸۴	۱۳	۹۵/۰۱	۷۷/۰۷	۸۵/۷۵
۴۴		۱۳۸۵	۱۰	۹۲/۶۸	۷۹/۲۰	۸۶/۵۹
۴۵		۱۳۸۶	۱۳	۶۰/۰۲	۴۱/۸۷	۵۲/۳۱
۴۶		۱۳۸۷	۱۶	۸۰/۹۵	۶۴/۸۲	۷۱/۶۴
۴۷		۱۳۸۸	۳۶	۶۶/۲۹	۳۹/۰۵	۵۲/۶۷
	میانگین		۱۳۴	۷۴/۵۰	۵۴/۰۴	۶۴/۰۹

## ادامه جدول ۲-۳

ردیف	منطقه	سال	تعداد رقم	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		
				حداکثر	حداقل	میانگین
۴۸	خراسان	۱۳۸۱	۲۳	۸۵/۸۷	۶۸/۰۷	۷۸/۹۴
۴۹	رضوی	۱۳۸۲	۲۰	۸۹/۹۵	۵۸/۸۸	۶۹/۳۲
۵۰		۱۳۸۳	۴۰	۷۰/۲۱	۵۲/۲۳	۶۲/۰۰
۵۱		۱۳۸۴	۱۳	۸۳/۱۸	۴۹/۰۵	۶۴/۵۱
۵۲		۱۳۸۵	۱۰	۷۷/۵۷	۲۲/۳۵	۳۹/۸۰
۵۳		۱۳۸۶	۱۳	۸۴/۸۶	۶۵/۸۶	۷۳/۲۹
۵۴		۱۳۸۷	۱۷	۱۱۴/۵۵	۸۱/۲۳	۹۷/۲۲
۵۵		۱۳۸۸	۳۶	۴۴/۳۴	۵/۲۰	۳۴/۱۹
	میانگین		۱۷۲	۷۶/۰۸	۴۷/۲۰	۶۲/۵۳
	میانگین کل		۱۴۰۵	۷۹/۵۷	۴۹/۸۰	۶۴/۷۱

کرمانشاه، همدان، کرمان، اردبیل، مرکزی، لرستان، قزوین، خوزستان و چهارمحال کشت می‌شود. مشخصات مربوط به عملکرد ریشه در هر یک از کارخانه‌های قند طی دوره آماری ۸۸-۱۳۷۵ در جدول ۲-۴ نشان داده شده‌است.

جدول ۲-۴. میانگین، حداقل، حداکثر و اختلاف استاندارد عملکرد ریشه در کارخانه‌های مختلف قند کشور (۸۸-۱۳۷۵)

نام کارخانه	تعداد سال آماري	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		
		میانگین	حداقل	حداکثر
اهواز	۷	۴۷/۴۸	۴۴/۸۵	۵۱/۳۰
دزفول	۷	۴۳/۹۳	۲۴/۰۰	۵۳/۲۰
مغان	۱۴	۴۲/۵۰	۳۵/۵۰	۴۹/۰۵
پیرانشهر	۱۴	۴۰/۳۹	۲۹/۷۰	۵۲/۱۷
ارومیه	۱۴	۳۵/۰۶	۲۶/۳۰	۴۳/۶۲
خوی	۱۴	۳۵/۰۲	۲۶/۸۰	۴۵/۹۰
چناران	۱۴	۳۳/۹۷	۲۳/۷۶	۴۳/۲۰
میاندوآب	۱۴	۳۳/۴۸	۲۵/۹۹	۴۳/۹۳
جوین	۱۴	۳۳/۱۵	۲۳/۰۲	۴۰/۵۰
ترتبات جام	۱۴	۳۳/۱۷	۲۵/۷۰	۴۵/۲۹

ادامه جدول ۲-۴

نام کارخانه	تعداد سال آماری	عملکرد ریشه (تن در هکتار)		
		میانگین	حداقل	حداکثر
آبکوه	۱۴	۳۰/۷۰	۲۱/۸۱	۳۹/۶۷
فریمان	۱۴	۳۰/۶۰	۲۱/۸۶	۳۷/۷۲
شاهرود	۱۴	۲۹/۷۴	۱۹/۶۶	۳۳/۸۰
شیروان	۱۴	۲۹/۶۸	۲۵/۲۰	۳۵/۶۰
شیرین	۱۴	۲۸/۹۵	۲۲/۱۰	۳۹/۷۱
اصفهان	۱۳	۲۸/۹۳	۱۶/۵۳	۴۲/۶۶
ترت حیدریه	۱۴	۲۸/۷۱	۱۵/۸۶	۳۵/۵۷
فسا	۱۲	۲۸/۲۶	۱۸/۸۰	۳۹/۸۰
بیستون	۱۴	۲۷/۸۱	۲۰/۴۰	۳۶/۴۲
نیشابور	۱۴	۲۷/۷۸	۲۳/۹۰	۳۱/۲۱
مرودشت	۱۲	۲۷/۲۹	۱۸/۲۰	۳۸/۹۲
قزوین	۱۴	۲۷/۱۶	۲۰/۸۹	۳۵/۵۳
نقش جهان	۱۴	۲۷/۰۲	۱۶/۴۰	۴۲/۹۶
بردسیر	۱۲	۲۷/۰۲	۲۰/۹۰	۵۲/۲۰
اسلام آباد	۱۴	۲۶/۹۰	۱۵/۷۰	۳۹/۱۰
لرستان	۱۴	۲۶/۲۲	۱۷/۱۲	۴۰/۰۰
پارس	۱۲	۲۵/۳۶	۱۵/۰۱	۴۵/۳۰
همدان	۱۳	۲۴/۷۷	۱۸/۱۰	۳۳/۲۰
قهبستان	۱۴	۲۴/۵۴	۱۶/۷۰	۲۹/۵۸
اقلید	۱۳	۲۴/۴۱	۱۵/۳۰	۳۰/۴۰
شازند	۱۲	۲۴/۰۹	۱۹/۱۰	۳۱/۱۹
چهارمحال	۱۴	۲۳/۸۹	۱۳/۷۳	۳۵/۵۰
یاسوج	۸	۲۲/۸۳	۱۱/۶۶	۴۱/۴۰
ممسنی	۸	۱۹/۵۴	۱۱/۱۸	۲۷/۴۰

با توجه به عملکرد ریشه چغندر قند به ترتیب کارخانه‌های قند اهواز، دزفول (کشت پاییزه) بیشترین عملکرد ریشه را داشتند و در کشت بهار، بیشترین عملکرد ریشه به کارخانه‌های قند مغان (۴۲/۵۰ تن در هکتار) و پیرانشهر (۴۰/۳۹ تن در هکتار) با میانگین عملکرد ریشه بیش از چهل تن در هکتار اختصاص دارد. کمترین عملکرد واقعی ریشه نیز به کارخانه‌های قند یاسوج و ممسنی به ترتیب با عملکرد ریشه معادل ۲۲/۸۳ و ۱۹/۵۴ تن در هکتار مربوط بود. میانگین عملکرد ریشه در سطح کشور طی دور آماری یادشده معادل ۲۹/۹۸ تن در هکتار برآورد شده است.

## منابع مورد استفاده

- صادق‌زاده حمایتی، س. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر برخی از عوامل زراعی روی جذب نور، رشد و عملکرد چغندر قند. رساله دکتری رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- کوچکی، ع. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۱. اکولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۶۹ صفحه.
- Bonhomme, R. 2000. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or observed vs. intercepted radiation. *Field Crop Res.* 68:247-252.
- Clark, E.A. and R.S. Loomis. 1978. Dynamics of leaf growth and development in sugar beets. *Journal of the A.S.S.B.T.* 20(2): 97-113.
- Clover, G.R.G., K.W. Jaggard, H.G. Smith and S.N. Azam. 2001. The use of radiation interception and transpiration to predict the yield of healthy, droughted and virus-infected sugar beet. *J. of Agric. Sci. Camb.* 136(2): 169-178.
- Hodanova, D. 1972. Structure and development of sugar beet canopy. 1. Leaf area-leaf angle relations. *Photosynthetica.* 6(4): 401-409.
- Kiniry, J.R., J.A. Landivar, M. Witt, T.J. Gerik, J. Cavero and L.J. Wade. 1998. Radiation use efficiency response to vapour pressure deficit for maize and sorghum. *Field Crops Res.* 56: 265-270.
- Lindquist, J.L., T.J. Arkebauer, D.T. Walters, K.G. Cassman and A. Dobermann. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agron. J.* 97: 72-78.
- Milic, M. 1976. Effect of bioclimatic factors on water consumption by sugar beet during the growing period in northern Metohija. *Savremena Poljoprivreda.* 24(1-2): 57-63.
- Monteith, J.L. 1977. Climate and efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Pub. London,* 281:277-294.
- Nowakowski, W. 1983. Utilization of total solar radiation energy in the photosynthetic production of radish [*Raphanus sativus* var. *sativus*], red beet [*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* convar. *crassa* Alef. var. *conditiva* Alef.] and bean [*Phaseolus vulgaris*]. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae (Poland).* 52(3-4): 265-270.
- Rinaldi, M. and A.V. Vonella. 2006. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: water and radiation
- Rover, A. 1994. Light interception and yield as influenced by leaf area index of sugarbeet. *Zuckerindustrie.* 119(8): 664-670.
- Scott, R.K. and K.W. Jaggard. 1978. How the crop grows-from seed to sugar. *Brit. Sugar Beet Rev.* 46(4):19-22.
- Scott, R.K. and K.W. Jaggard. 1993. Crop physiology. pp. 279-309. In: D.A. Cooke and R.K. Scott (ed.) *The sugar beet crop: Science into Practice.* Chapman and Hall, London.
- Sinclair, T.R. and E.R. Lemon. 1974. Penetration of photosynthetically active radiation in corn canopies. *Agron. J.* 66: 201-205.
- Sinclair, T.R. and R.C. Muchow. 1999. Radiation use efficiency. *Adv. Agron.*

- 35:215–265.
- Spanik, F. and J. Trenciansky. 1977. Utilization of radiation energy by the main agricultural crops in the Nitra district. *Pol'nohospodarstvo*. 23(5): 452-457.
  - Steven, M.D., P.V. Biscoe, K.W. Jaggard and J. Paruntu. 1986. Foliage cover and radiation interception. *Field Crops Res.* 13:75-87.